

氷晶テンプレート法によるマイクロハニカム状強酸性イオン交換樹脂モノリス体の創製 (北海道大) 佐藤 慶孝・山田 泉・向井 紳

イオン交換樹脂は、イオン交換体や触媒として広く利用されている。これらの樹脂は専ら液中で利用されるが、液が材料の中心部まで容易に到達できるようにしないと樹脂を効率よく利用することができない。イオン交換樹脂は主に粒子として製造されるため、粒子内に細孔を発達させて内部表面積を大きくし、粒子サイズを小さくして材料内の拡散距離を短くすれば、材料内部まで効率よく利用できるようになる。しかし粒子を小さくすると、その外部表面積も大きくなるため、流体に対する抵抗が非常に大きくなってしまふ。つまり現状では、内部へのアクセスを容易にすることと同時に流体抵抗を低く抑えることは難しい。

この問題は材料のモルフォロジーを変えることで解決できるものと考えられる。理想的なモルフォロジーとしてはマイクロメートルオーダーの直状流路が内部に発達し、流路を構成する壁の厚みがマイクロメートルオーダーのマイクロハニカム状モノリス体(一体成型体)を挙げることができる。このようなモノリス体をそのままカラムとして利用できれば、内部へのアクセスが容易な上に流体に対する抵抗も低いイオン交換体や触媒が得られることになる。しかし従来の技術では、このようなモルフォロジーを持つようにイオン交換樹脂を成型することは困難であった。

当研究室では、ゾルゲル法で得られる湿潤ゲルを、方向性を持たせて凍結することにより、マイクロハニカム状に成型できることを見出した¹⁾(図1)。凍結時に材料内で発生し、配向成長する氷晶がテンプレートとなることから「氷晶テンプレート法」と名付けたこの方法を用いることで、現在までにシリカ、シリカ-アルミナ等の無機ゲルのみならず、レゾルシノール-ホルムアルデヒド(RF)等の有機ゲルのマイクロハニカム状モノリス体を作製することに成功している。そこで、今回はRFゲルと類似の構造を有するフェノール系強酸性カチオン交換樹脂の前駆体湿潤ゲルに氷晶テンプレート法を適用し、マイクロハニカム状強酸性イオン交換樹脂モノリス体を得ることを目指した。

レゾルシノール、ベンズアルデヒド-2,4-ジスルホン酸ニナトリウム及び水を混合し、100°Cに加熱後、室温まで冷却してホルムアルデヒド(F)を加えた。得られたゾルを一定温度でゲル化、エージングさせた。その後、一定速度で液体窒素中に挿入して凍結し、解凍後乾燥させた。その結果、図2(a)に示すようなモノリス体を得られ、SEM観察によりモノリス体が図2(b)に示すようなマイクロハニカム構造を有することが分かった。また滴定法により、得られたモノリス体が強酸性のイオン交換樹脂であることが確認できた。今後は試料のイオン交換特性、酸特性そして流動特性を評価し、モノリス体の機能向上を目指す予定である。

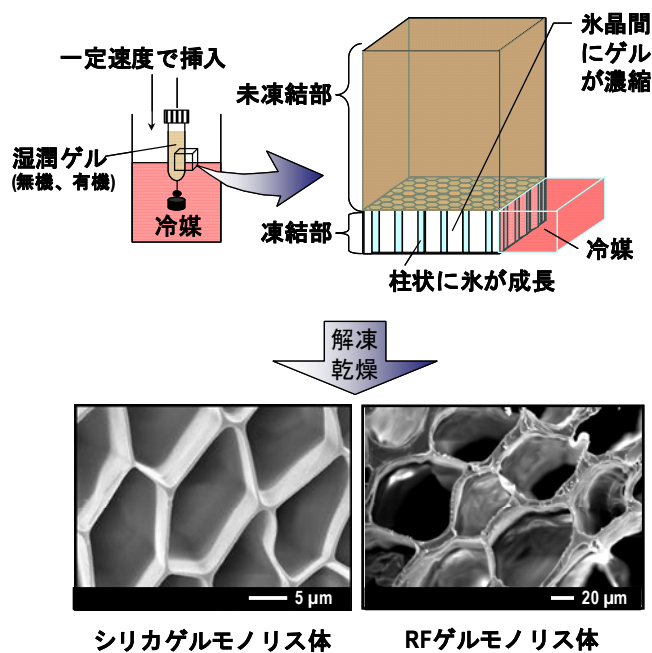


図1 氷晶テンプレート法の概略

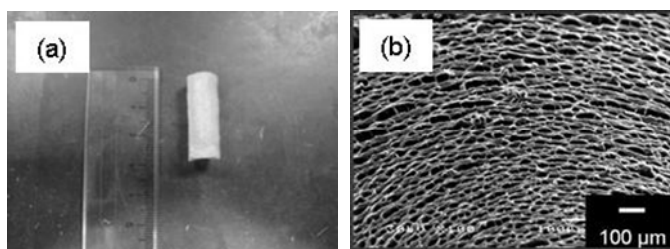


図2 マイクロハニカム状強酸性イオン交換樹脂モノリス体 (a) 全体像, (b) 断面SEM像

1) S. R. Mukai et al., Chem. Commun., 874 (2004)